Über Einlagerung von Calciumoxalat in die Zellwand bei Nyctagineen.

Von **Anton Heimerl,**
Lehrer an der k. k. Staats-Oberrealschule in Sechshaus (Wien).

(Mit 1 Tafel.)

Bei Gelegenheit der Vorarbeiten zu einer monographischen Bearbeitung der Nyctagineen war mir bei der nordamerikanischen Gattung *Acleisanthes* Asa Gray die lichte grauweisse Farbe der Stengel-Internodien dieser Pflanzen, sowie die ganz besondere Sprödigkeit des Hautgewebes aufgefallen, und die weitere Untersuchung ergab als Grund für diese Eigenthümlichkeit den Umstand, dass in den Aussenwänden der Epidermiszellen des Stengels Calciumoxalat in Körnchen massenhaft eingelagert war, welches so die eigenthümliche Färbung, sowie die Sprödigkeit der Epidermis von *Acleisanthes* bedingte. Die nächste sich hier naturgemäss anschliessende Aufgabe musste wohl darin liegen, die übrigen Gattungen und möglichst viele Arten der Nyctagineen in vergleichender Hinsicht zu untersuchen, um so einestheils überhaupt über die Vertheilung der Calciumoxalat-Einlagerung in der Familie Thatsächliches zu bieten, andererseits etwas über die vermuthliche Rolle, welche dieser Einlagerung zukommt, erschliessen zu können.

Wie Graf Solms-Laubach in seiner bekannten Arbeit[1] über Einlagerung von Calciumoxalat in Zellmembranen nachweist, sind derlei Fälle bei den Angiospermen überhaupt als sehr seltene zu bezeichnen und werden von ihm an der citirten Stelle einige *Mesembryanthemum*-Arten (*M. stramineum, Lehmanni, rhombeum, lacerum* etc.), dann das *Semperrivum calcareum* Jordan aufgeführt, in deren Blattepidermis, und zwar zum

[1] Botanische Zeitung von Mohl und De Bary, 1871, pag. 543 ff.

grössten Theil in der Aussenwand der Epidermis-Zellen, das Calciumoxalat in Form von ungemein kleinen Körnchen erscheint, an welche Art des Vorkommens sich nun auf's engste unsere Nyctagineen anschliessen.[1]

Es wurden von dieser merkwürdigen Familie, in deren Umgrenzung und Gliederung wir uns an die treffliche Bearbeitung der Gattungen in Bentham-Hooker: *Genera plantarum* III., pag. 1—11, halten wollen, neunzehn Gattungen näher untersucht, während von den übrig bleibenden 6 Gattungen (*Hermidium* Watson, *Timeroya* Montrousier, *Andradaea* Allemao, *Senkenbergia* Schauer, *Selinocarpus* Asa Gray, *Eggersia* Hooker) der schweren Beschaffbarkeit von Material halber (diese sehr seltenen Gattungen fehlen beispielsweise den Herbarien des Wiener Hofmuseums und des königlichen Museums zu Berlin; *Andradaea* ist überhaupt nur aus einer Abbildung bekannt) Abstand genommen werden musste. Von den nun in Rede stehenden 19 Gattungen sind als für die weitere Betrachtung gegenstandslos folgende, durchwegs strauch- oder baumartige Gattungen auszuscheiden, bei denen weder in jungen, der Korkbildung noch entbehrenden Zweigen, noch in den Blättern Einlagerung von Calciumoxalat constatirt werden konnte; es sind dies die Gattungen: *Leucaster* Choisy, *Cephalotomandra* Karsten et Trian., *Neea* Ruiz et Pavon, *Pisonia* Plumier, *Collignonia* Endl., *Boldoa* Cav., *Bougainvillea* Comm., *Tricycla* Cav., *Phaeoptilum* Radlk.,[2] *Cryptocarpus* Kunth., *Reichen-*

---

[1] Die übrigen mir bekannt gewordenen Vorkommnisse von solcher Einlagerung bei Angiospermen gehören folgenden Familien an: *Haemodoraceae* (Blattgewebe von *Aletris fragrans;* H. Molisch in Österr. botanischer Zeitung 1882, pag. 382), *Smilaceae* (Blattgewebe von *Dracaena*-Arten; Pfitzer in Flora 1872, pag. 97 ff., H. Molisch l. c.), *Sapotaceae* (Samenschale von *Achras Sapota* und *Omphalocarpum procerum*; Radlkofer ex Just, Botanischer Jahresbericht für 1882, pag. 483), *Nymphaeaceae* (innere Haare, Zellwände des Schwammparenchyms der Blatt- und Blüthenstiele von *Nymphaea alba* und *Nuphar luteum;* H. Molisch l. c.), *Loranthaceae* (Steinzellen der primären und secundären Rinde einiger *Loranthus*-Arten nach Mentovich ex Just, Botanischer Jahresbericht für 1883, pag. 180).

[2] Radlkofer in Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereines in Bremen, VIII., pag. 435 (1884).

bachia Sprengel,[1] woraus sich sofort der für den Systematiker nicht uninteressante Schluss ziehen lässt, dass (abgesehen von den nicht untersuchten hiehergehörigen drei Gattungen) hier Calciumoxalat-Einlagerung und systematische Trennung gut Hand in Hand gehen, indem von den drei Tribus der Nyctagineen im Sinne Bentham-Hooker's die letzteren zwei Tribus, d. i. jene der *Pisonieae* und *Leucasterae* keine Einlagerung zeigen, sowie ebenfalls zwei Subtribus des ersten Tribus der *Mirabileae*, d. i. die *Bougainvilleae* und *Boldoeae* einer solchen entbehren und daher nur die restirenden Subtribus: *Boerhavieae* und *Abronieae* für das Weitere in Betracht kommen.

Nachfolgende Tabelle gibt nun Aufschluss über das sehr wechselnde Detail des Vorkommens bei den Mirabileae und Abronieae, wobei A. W.: Aussenwand, I. W.: Innenwand, endlich S. W.: Seitenwand der Epidermis-Zellen bedeutet.

Die Epidermis des Stengels der in vorhergehender Tabelle angeführten Gattungen und Arten, welche der Hauptsitz des Calciumoxalates ist, zeigt bei den untersuchten Pflanzen einen ziemlich gleichmässigen Bau, der in den meisten Punkten mit der Schilderung, welche Graf Solms-Laubach l. c. für *Mesembryanthemum* gibt, übereinstimmt. Die im Querschnitt flachen Zellen der Epidermis grenzen nach einwärts an ein Rindenparenchym, welches an den Stengelkanten und Riefen einem Collenchyme Platz macht und sehr häufig Rhaphiden-Schläuche führt; die Aussenwand der Epidermis-Zellen ist nun in mehr minderem Grade, oft (vergl. Fig. 1 von *Acleisanthes*) ganz enorm verdickt, so dass dann das Lumen der Zellen (Fig. 1) auf einen ganz unbedeutenden Raum reducirt erscheint. Bei Behandlung zarter Querschnitte mit Chlorzinkjod nimmt die Cuticula (*c* in Fig. 1), sowie die meist ganz schmale darunter liegende Schichte (*s*) intensiv rothbraune Färbung an, letztere documentirt sich

[1] Untersucht wurden *Nyssa lanceolata* Horti Botanici Vindobonensis. *N. Caparrosa* Schmidt, *Pisonia aculeata* L., *excelsa* Blume, *Pacuraea* Kunth, *hirtella* H. B. K., *Olfersiana* Lk. & Kltsch., *Colliguonia parviflora* Choisy, *Boldoa lanceolata* Lagasca, *Bougainvillea spectabilis* Willd. und *B. stipitata* Griseb., *Cryptocarpus pyriformis* Kunth.: die übrigen Gattungen besitzen nur je eine Art.

Nummer	Gattung und Art	Fundort	Vorkommen des Calciumoxalates in dem Stengel	Vorkommen des Calciumoxalates in den Blättern
1.	*Mirabilis triflora* Bentham.	Mexico. Hartweg Exsicc., Nr. 197.	Körner sehr dicht in dünner Lage der A. W., weniger häufig in der I. W. der Ep.	Körner zerstreut in der Ep. A. W. beider Blattseiten.
2.	„ *multiflora* Gray.	South-California. Leg. Parish.	Wie bei voriger Art, aber nur in der A. W. der Ep. Zellen. Trichome frei von Einlagerung.	Sparsame Einlagerung in die A. W., S. W. und I. W. der Ep. Zellen beider Blattseiten.
3.	„ *Californica* Gray.	California, Pasadena. Leg. Jones.	Reichliche Einlagerung in A.W., sparsame in I. W. der Ep. Zellen.	Wie bei *M. triflora* Bentham.
4.	„ *oxybaphoides* Gray.	N. Amer. Colorado. Leg. Engelmann.	Wie bei *M. triflora* Bentham.	
5.	„ *Wrightiana* Decaisne.	Cultiv. im Wiener botanischen Garten.	Cuticular-Schichten in Stengel und Blättern stark entwickelt; Zellwände frei von Calciumoxalat-Einlagerung.	
6.	„ *longiflora* L.			
7.	„ *Jalapa* L.			
8.	„ *Oaxacae mihi.*	Mexico, Oaxaca; Leg. Friedrich.		

9.	*Oxybaphus Himalaicus* Edgw.	India orientalis, Himalaya, (8—10.000′ ü. d. M.) Leg. Hooker.	Dünne Lage von Körnern in der A. W. der Ep.	Blatt-Oberseite frei von Einlagerung; Unterseite mit sehr dünner Lage in der A. W. der Ep.
10.	„ *micranthus* Choisy.	Chili, Provinz Aconcagua. Leg. Philippi.	Cuticular-Schichten, mässig dick; Einlagerung fehlt völlig.	
11.	„ *cordifolius* Kunze.	Chili borealis, Concon. Leg. Poeppig.	Spärliche Einlagerung in die A. W. der Ep. Zellen.	Zerstreute Körnchen in der A.W. der Ep. beider Blattseiten.
12.	„ *violaceus* Choisy.	Venezuela. Leg. Moritzi.	Mässig reiche Einlagerung in die A. W. der Ep. Zellen.	Sehr spärliche Einlagerung in die Ep. A. W. beider Blattseiten.
13.	„ *elegans* Choisy.	Chili, in sylvaticis ad Quillota. Leg. Bertero.	Frei von Einlagerung.	Frei von Einlagerung.
14.	„ *aggregatus* Vahl.	Ex herbario Portenschlag. Cultivirt im Wiener botanischen Garten.	Sehr spärliche Einlagerung in die A. W. der Ep. Zellen.	Wie beim Stengel; Einlagerung auf beiden Blattseiten.

Nummer	Gattung und Art	Fundort	Vorkommen des Calciumoxalates in dem Stengel	Vorkommen des Calciumoxalates in den Blättern
15.	*Oxybaphus angustifolius* Sweet.	Texas. Leg. Lindheimer.	Massenhafte Einlagerung in die A. W. der Ep. Zellen.	Obere Blattseite mit spärlichen Körnchen; untere Blattseite mit vielen Körneren in der A. W. und wenigen in der S. W. und I. W. der Ep. Zellen.
16.	„ *viscosus* l'Hér.	Mexico, Mestillan. Leg. Ehrenberg.	Spärliche Körner in der A. W. der Ep.	Blätter frei von Körnern.
17.		Mexico, Puebla. Leg. Andrieux.	Mässige Einlagerung in dünner Schichte in die A. W. der Ep.	Blätter fast frei von Körnern.
18.	„ *ovatus* Horti Botanici Vindob. (non Vahl).	Cult. im Wiener bot. Garten.	Mässige reiche Einlagerung in die A. W. der Ep.	Blattunterseite sehr sparsam Körnchen führend, Blattoberseite etwas reicher daran.
19.	*Nyctaginia capitata* Choisy.	Texas. Leg. Lindheimer.	Reichliche Einlagerung in die A. W. und I. W. der Ep.	Blattoberseite frei von Körnern. Blattunterseite mit reichlicher Einlagerung in die Ep.

20.	*Allionia incarnata* L.	Peru, Taena. Leg. Lechler.	Ep. A. W. fast frei von Körnern.	Dünne Lage von Körnern in der Ep. A. W. beider Blattseiten.
21.	„ *Mendocina* Philippi.	Argentina, Mendoza. Leg. Philippi.	Massenhaft in A. W. und I. W. der Ep. Vergl. die Abbildung.	Reichlich in A. W. und I. W. der Blattunterseite, dann in der A. W. der Epidermis der Blattoberseite.
22.	*Acleisanthes longiflora* Gray.	Texas. Leg. Lindheimer.	In ungemein dichter Lage in der A. W. der Ep. Vergl. die Abbild.	Mässig dichte Lage in den A. W. der Ep. beider Blattseiten.
23.	*Okenia hypogaea* Schiede.	Mexico, Vera Cruz. Leg. Schiede.	Schwache Lage in der A. W., dann spärliche Körner in der S. W. und I. W. der Ep. Trichome frei von Kalk.	Oberseite frei von Einlagerung, Unterseite mit sehr spärlichen Körnern in der A. W. der Ep. Gerbstoffschläuche reichlich in der Epidermis.
24.	*Abronia turbinata* Torr.	N. Amer. Nevada, Hawthorn. Leg. Jones.	Sehr kleine Körnchen in der Ep. A. W. in dichter Lage.	Ebenfalls dichte Lage in der A. W. der Ep. beider Blattseiten.
25.	„ *mellifera* Douglas.	N. Amer. Columbia, Vallay. Leg. Lyall.	Wie bei voriger Art, dann auch einige Körnchen in der I. W. der Ep.	Blattoberseite fast frei. Unterseite mit reichlicher Einlagerung in die A. W. der Ep. Trichome frei von Einlagerung.

Nummer	Gattung und Art	Fundort	Vorkommen des Calciumoxalates in dem Stengel	Vorkommen des Calciumoxalates in den Blättern
26.	*Abronia fragrans* Nutt.	Neu-Mexico. Leg. Fendler.	Wie bei voriger Art.	Wie bei voriger Art, Körner aber auch in S. W. und I. W. Trichome frei.
27.	*Boerhavia erecta* L.	Mexico, Oaxaca. Leg. Galeotti.	Massenhaft in der A. W. der Ep.	In der Ep. A. W. beider Blattseiten.
28.	„ *paniculata* Rich.	Bahia. Leg. Blanchet.	Mässige Menge in der A. W. der Ep.	In der Ep. A. W. beider Blattseiten sehr sparsam auf der Oberseite, reicher auf der Unterseite.
29.	„ *adscendens* Wlld. var. *pubescens* Choisy.	Afrika, Cordofan. Leg. Kotschy.	Massenhaft in der A. W. und I. W., sparsamer in der S. W. der Ep. Zellen.	A. W. der Ep. reichlich beiderseits mit Körnern, spärliche in der I. W.
30.	„ *hirsuta* Wlld.	Vera Cruz. Leg. Schiede.	Spärliche Einlagerung in der A. W. der Ep. Zellen.	Sehr wenige Körner in der Oberseite, mehr in der A. W. der Ep. der Blattunterseite.

31.	*Boerhavia repens* L.	Nubien. Leg. Prinz Paul von Würtemberg.	Körner massenhaft in A. W., spärlicher in der I. W. der Ep. Zellen und in den darunter liegenden Rindenzellen.	Blatt Ep. beiderseits in der A.W. und sparsamer in der I. W. mit Körnern.
32.	„ *verticillata* Poir.	Senegal. Leg. Lelièvre.	Körner ungemein dicht in der A. W. und I. W. der Ep. Zellen.	
33.	„ *scandens* L.	Süd-Amerika. Leg. Karsten.	Sparsame Einlagerung in der A. W. der Ep.	Wie im Stengel, aber spärlicher.
34.	„ *repanda* Willd.	Vorder Indien, Maisor. Leg. Thomson.	Massenhafte Einlagerung in der A. W., spärlicher in der I. W. der Ep.	Ziemlich grosse Körner in der A. W. der Ep. beider Blattseiten.
35.	„ *mutabilis* R. Br.	Neu-Holland, Victoria. Leg. Preiss.	Körner sparsam in der Ep. A.W.	Wie im Stengel.
36.	„ *spicata* Herb. Berol. (nom. Choisy.)	Mexiko. Leg. Aschenborn.	Mässig dichte Einlagerung in die A. W. der Ep.	Blattoberseite fast frei, Blattunterseite mit mässig reicher Einlagerung in die A. W. der Epidermis.

somit als Cuticular-Schichte, während der übrige Theil der Membran, zugleich der weitaus mächtigere, (*k*, *i*) ein umso intensiveres Violett zeigt, je näher er dem Lumen der Zelle zu liegt; die unmittelbar unter den oft sehr schwach entwickelten Cuticular-Schichten liegenden Membran-Partien bleiben mit Chlorzinkjod farblos oder nehmen blassgelbliche Farbe an, was wohl auf einen geringen Grad von Cutinisirung derselben hindeutet. Die Grenzlamellen der einzelnen Epidermiszellen (in Fig. 1), welche in die Mittellamellen des darunter liegenden Parenchymes sich fortsetzen, nehmen unter diesen Umständen blassgelbliche Färbung an; endlich wäre noch anzufügen, dass Schwefelsäure bei beginnender Einwirkung in der Aussenwand schwache Schichtung hervorruft.

In jener Partie der Aussenwand der Epidermiszellen, welche nach aussen von der Cuticula, nach einwärts von der Innenlamelle (*i*) begrenzt wird, liegen nun (vergl. die Abbildungen) die Körnchen des Calciumoxalates, so dass die Einlagerung nach aussen bis zur Cuticula reicht, während die körnerführende Schichte gegen das Zelllumen hin von einer oft sehr breiten und ungemein deutlichen körnerfreien Schichte (*i*, z. B. Fig. 2 und 5) abgeschlossen wird. In solchen Fällen, wo die Einlagerung der Körner in die Wand eine besonders massenhafte ist (Fig. 1), kann man nur an den dünnsten Stellen der Präparate diese körnerfrei Schichte erkennen, sowie andererseits, wenigstens bei *Acleisanthes* in den Trichomen dieser Pflanze leicht constatirt werden kann, dass die Körnchen über die Cuticula hervorragen und so lebhaft an die Einlagerung bei Nymphaea erinnern.

Die Seitenwände der Epidermiszellen des Stengels und der Blätter führen nicht eben häufig — das Detail ist aus der Tabelle zu ersehen, — in ihren mässig dicken Wänden Kalktheilchen, während hingegen bei vielen Arten eine reichliche Einlagerung von Calciumoxalat in die Innenwände der Epidermiszellen (Fig. 2) in oft sehr regelmässiger Anordnung zu constatiren ist. (Fig. 5). Auch hier bleibt die Innenschichte der Epidermiszellen frei von Körnchen und es erscheinen dieselben an den verdickten Wandstellen, wo mehrere Zellen aneinander grenzen, besonders reichlich vertreten (Fig. 2). Die eben gemachte Bemerkung, dass in jenen Fällen, wo sehr reichliche Einlagerung erfolgt, die

körnchenfreie Innenlamelle immer schwieriger sichtbar werde, gilt auch hier und in den Blättern von *Boerhavia*-Arten scheinen die Körner geradezu an das Zelllumen anzugrenzen.

Bekanntlich zeichnet sich die Familie der Nyctagineae, wie die verwandte Familie der *Phytolaccaceae*, durch die Menge von Raphidenschläuchen aus, welche in fast allen Theilen der Pflanzen (Stengeln, Blättern, Perigonen, Anthocarpwänden etc.) anzutreffen sind, sowie besonders bei den strauch- und bäumchenartigen Gattungen (z. B. *Bougainvillea*) grosse Einzelkrystalle, dann auch Drusen von oxalsaurem Kalke im Parenchyme, neben den Rhaphiden, nicht selten vorkommen. Bei der Untersuchung der Zellwände der von der Epidermis umschlossenen Gewebspartien konnte ich auch bei Anwendung des Polarisations-Mikroskopes nirgends mit Bestimmtheit eine Einlagerung in andere Gewebstheile, als die vorstehend angeführten, constatiren. Vollkommen frei erscheint immer der Holzkörper und nur manchmal (z. B. bei *Boerhavia repens* L.) treten im Rinden- und Markparenchym spärliche, bei gekreuzten Nicols aufleuchtende Pünktchen auf, welche den Zellhäuten anliegen, doch konnte ich bei den trockenen Exemplaren mir darüber nicht genügende Sicherheit verschaffen, ob sie nicht etwa der Wand mechanisch anhaftende Theilchen von Rhaphiden seien.

Das Calciumoxalat selbst, dessen Nachweis auf die bekannten Reactionen gestützt (starkes Aufleuchten bei gekreuzten Nicols, scheinbare Unveränderlichkeit beim Glühen, Unlöslichkeit in Essigsäure, leichte Löslichkeit in Salzsäure, Bildung von Gypsnadeln mit verdünnter Schwefelsäure) erbracht wurde, erscheint in den Membranen in oft sehr dicht gedrängten körnerähnlichen Partikeln, über deren Begrenzung durch scharfe Ecken und Kanten bei den meisten untersuchten Arten, der ausserordentlichen Kleinheit halber (sie messen kaum 1 μ) nichts weiter gesagt werden kann. Nur in einigen wenigen günstigeren Fällen, so z. B. bei *Oxybaphus ovatus* H. B. Vind., wo die grösseren Körner fast 1·5 μ erreichen, konnte ich an denselben deutliche Ecken, sowie auffallende Grössenunterschiede erkennen, indem in buntem Wechsel grössere, 2 bis 3mal längere als breitere Körner und kleinere rundliche neben einander vorhanden waren.

Die beigegebene Figur 5, entnommen der südamerikanischen *Allionia Mendocina* Philippi, lässt deutlich erkennen, dass hier die Calciumoxalat-Körner längliche Form besitzen und dass der längere Durchmesser fast genau parallel zur Oberfläche des betreffenden Pflanzentheiles gerichtet ist, zugleich tritt bei dieser Pflanze die schon früher erwähnte Regelmässigkeit der Anordnung in parallelen Reihen sehr auffallend hervor. Gewisse Stellen, die Grenz-Lamellen der Aussenwände der Epidermiszellen bleiben (bei *x*) hier ganz frei von Einlagerung, ein Verhalten, welches auch bei Fig. 2., dem Stengelquerschnitte von *Boerhavia repens* L., (bei *x*) wenn auch viel subtiler, bemerkt werden kann. Von derlei etwas grösseren Körnern bis zu ungemein kleinen, eben nur als Pünktchen erscheinenden (z. B. bei *Abronia turbinata* Torrey), gibt es nun alle Mittelstufen der Grössenverhältnisse, wobei wohl unzweifelhaft bei der starken Wirkung, welche allen diesen Ausscheidungen auf das polarisirte Licht zukommt, diese Körner als Krystalle zu bezeichnen sind, und der Ausdruck „Körner" eben nur der Kürze halber, mit Bezug auf ihre äussere Erscheinung gebraucht werden möge.

Von besonderer Wichtigkeit erscheint mir der Umstand, dass — wie übrigens schon Graf Solms-Laubach l. c. angibt — die Schliesszellen der Spaltöffnungen (Fig. 3) des Stengels und der Blätter, in welchen sie zumeist auf beiden Seiten vorkommen, völlig frei sind von jeder Einlagerung, so dass, wenn die Aussen- und Innenwand der Epidermiszellen Calciumoxalat führt, die Körnchen scharf an der Grenze von gewöhnlichen Epidermiszellen und Schliesszellen aufhören und nur die Cuticula sowie die Cuticularschichten über letztere weiter verlaufen. Unzweifelhaft hängt dies mit den von den Schliesszellen bei der Transpiration auszuführenden Bewegungen, welche eine biegsame und nicht durch Calciumoxalat-Einlagerung spröde Membran voraussetzen, zusammen. Die bei allen untersuchten Arten vorhandenen, meist kurzen, aus ein Paar Zellen bestehenden Trichome stimmen meist in der Art der Einlagerung des Calciumoxalates mit den unmittelbar angrenzenden Epidermiszellen überein, doch sind sie bei eigenen Nyctagineen (z. B. *Okenia hypogaea* Schiede, *Abronia mellifera* Douglas etc.) ganz frei von Körnern.

Da die meisten der im tabellarischen Verzeichnisse angegebenen, beträchtlichere Einlagerung zeigenden Arten nur selten in botanischen Gärten cultivirt werden, so gelang es nur von einer einzigen, d. i. von (Nr. 18) *Oxybaphus ovatus* H. Vind. (einer mit *Oxybaphus violaceus* Choisy verwandten Pflanze) nach Spiritus-Material die Entwicklungsgeschichte der in Rede stehenden Verhältnisse zu untersuchen. Querschnitte junger Stengel-Internodien von circa 5 Mm. Länge und kaum 1 Mm. Dicke lassen beim Behandeln mit Chlorzinkjod eine sich scharf abhebende, zarte Cuticula (*c* in Fig. 6), die mit dem Reagens die bekannte braune Färbung annimmt, sehr dünne Grenzlamellen der Seitenwände der Epidermiszellen (*x* in Fig. 6), endlich relativ mächtigere und besonders nach auswärts mehr verdickte Innenschichten (*i* in obiger Figur) der Zellen erkennen. Diese letzteren färben sich unter dem Einfluss des Chlorzinkjods violett und zeigen hiebei zugleich Andeutungen von Schichtung.

Da die Innenschichten der Epidermiszellen besonders nach auswärts stark bogig gewölbt sind, die Cuticula hingegen als wenig eingebogenes Häutchen über die Zellen hinzieht, so bleiben unmittelbar unter der Cuticula zwischen je zwei Epidermiszellen (bei *b* in Fig. 6) Membranpartien von im Querschnitt ungefähr dreieckiger Gestalt, welche sich an dünnen Stellen der Präparate durch mehr schmutzig-violette Färbung, dann durch abweichende Lichtbrechung deutlich bemerkbar machen. Von Calciumoxalatkörnchen ist weder auf gewöhnliche Weise, noch mit Hilfe des Polarisations-Mikroskopes auch nur eine Spur zu bemerken.

Werden dann durch nächst ältere, ungefähr 15 Mm. Länge und etwas mehr als 1 Mm. Dicke zeigende Stengel, Querschnitte geführt, so erkennt man auf den ersten Blick, dass die Aussenwand der Epidermiszellen (Fig. 7) an Dicke bemerklich zugenommen hat, während die Seitenwände und das angrenzende Collenchym keine besonderen Veränderungen zeigen. An der uns nun besonders interessirenden Aussenwand ist mit Chlorzinkjod vor Allem die Ausbildung einer schmalen Cuticularschichte (*s* in Fig. 7) zu constatiren, welche sich sammt der Cuticula (*c*) durch intensives Rothbraun sehr scharf von den darunter liegenden Schichten abhebt, welch letztere schwache Violettfärbung (in der Zone *b*),

und in der innersten Lage (*i*) — wie im früheren Stadium — starke Violettfärbung annimmt.

In der eben erwähnten Zone (*b*) zwischen Innenschichte und Cuticularschichten, welche Zone offenbar den in Figur 6 des früheren Stadiums ebenfalls mit *b* bezeichneten Membranstellen entspricht, sind nun punktförmige Körnchen zu bemerken, welche offenbar die erste Ausscheidung des Calciumoxalates vorstellen, wenn auch angeführt werden muss, dass bei der ausserordentlichen Kleinheit derselben, eben nur mit Hilfe des polarisirten Lichtes und der leichten Löslichkeit in Salzsäure — die übrigen Reactionen lassen uns hier im Stiche — auf diesen Körper geschlossen wurde.

Von diesem Stadium bis zu dem Bilde, welches dickere Äste und Zweige dieser *Oxybaphus*-Art zeigt, ist nur ein kleiner Schritt. Wie die Figur 8 zeigt, ist auch ohne Reagentien sehr deutlich das Vorhandensein von gegen 3 μ messenden Cuticularschichten (*s*) zu constatiren, darauf folgt die nun reichlich Calciumoxalat führende Schichte *b* (Dicke 3—5 μ), endlich kommt die körnerfreie circa 2 μ dicke Innenschichte. In den Seitenwänden, dann den Grenzwänden von Epidermiszellen und Collenchym finden sich hier nirgends Körner wie sie auch dem übrigen Gewebe völlig fehlen.

Es ergibt sich nun aus allen diesen Befunden, dass wenigstens bei *Oxybaphus* die Einlagerung des Calciumoxalates relativ spät im Stengel nach völlig abgeschlossener Gewebe-Differenzirung erfolgt, und dass innerhalb der des öfteren erwähnten Zwischenschichte der Epidermis-Aussenwand die Ausscheidung des Salzes vor sich gehen muss. An eine directe Ausscheidung der Körner aus dem Protoplasma der Epidermiszellen, welcher Vorgang ja für andere Pflanzen constatirt ist (vergl. Pfitzer's Untersuchungen über Bildung der schönen Membrankrystalle von *Citrus* in Flora 1872, pag. 114 ff.), kann hier, da das Calciumoxalat im Momente des Sichtbarwerdens in der Membran selbst auftritt und fernerhin durch eine mehr oder weniger breite, körnerfreie Lamelle vom Plasma geschieden ist, wohl nicht gedacht werden. —

Die im vorhergehenden tabellarisch aufgeführten Daten über Vorkommen des Calciumoxalates in der Epidermis einzelner

Gattungen und Arten von Nyctagineen stehen nun in einem deutlichen Zusammenhange mit den klimatischen Verhältnissen, unter welchen sich die betreffenden Arten entwickelten. Vor Allem constatirten wir, dass eine solche Einlagerung den Blättern und Zweigen von baum- und strauchartigen Nyctagineen, welche in den eigentlichen tropischen, d. i. feuchtwarmen Gebieten der alten und ganz besonders der neuen Welt zu Hause sind (z. B. *Neea*, *Pisonia*, *Leucaster*, *Bougainvillea*) völlig fehlt. Die beiden Gattungen *Tricycla* Cavan. und *Phaeoptilum* Radlk., welche beide in heissen und trockenen Gebieten auftreten und ebenfalls einer solchen Einlagerung entbehren, sind durch ihre kleinen in dichten Büscheln beisammen stehenden Blätter, deren Epidermis stark cutinisirt ist, ebenfalls gut zum Ertragen von Dürre und grosser Lufttrockenheit befähigt.

Gehen wir nun aber zu den in der Tabelle vertretenen krautigen Arten über, d. i. solchen, welche aus unterirdischen Achsentheilen krautige, durch keine Korkbildung vor dem Wasserverluste durch Verdunstung geschützte Stengel mit Blättern und Blüthen emporsenden, so zeigt sich im Allgemeinen die Thatsache bestätigt, dass die Calciumoxalat-Einlagerung um so reichlicher stattfindet, je mehr die Arten aus solchen Gegenden herstammen, in denen sie zur Entwicklungszeit bedeutender Lufttrockenheit und Hitze, somit der hiedurch bedingten, besonders energischen Verdunstung, ausgesetzt sind. Es wäre hiebei besonders auf die Arten der Gattung *Boerhavia* aufmerksam zu machen, welche das Wüstengebiet Nord-Afrika's und West-Asiens (Nubien, Arabien, Persien etc.) bewohnen und sich schon äusserlich durch grau- bis kreideweisse Stengel mit graugrünen Blättern von den tropischen Arten (z. B. *Boerhavia paniculata* L. und *Boerhavia scandens* L.) auszeichnen und in der That ganz bedeutende Mengen des Kalksalzes enthalten.

Zum Schlusse möchte ich noch anführen, dass die bekannte anatomische Verwandtschaft, welche im Bau des Stengels zwischen den Nyctagineen und Mesembryanthemeen sich kund gibt, auch in der Art der Einlagerung des Kalkoxalates besteht, und dass die Arten von *Mesembryanthemum*, *Semperviyum* und *Ephedra*, die alle Einlagerung zeigen, in Bezug auf das Vorkommen

an dürren, wasserarmen Stellen mit den erwähnten Nyctagineen übereinstimmen.

Von den Phytolaccaceen hingegen, deren systematische Verwandtschaft mit unseren Nyctagineen des öfteren betont wurde und die auch in dem massenhaften Vorkommen von Rhaphidenschläuchen eine anatomische Verwandtschaft erkennen lassen, erwiesen sich die untersuchten Arten (*Phytolacca pruinosa* Fenzl, *Phytolacca decandra* L., *Giseckia rubella* Hochst., *Giseckia pharnaceoïdes* L., *Limeum viscosum* Fenzl, *Semonvillea pterocarpa* Gay) als frei von Calciumoxalat.

Übersicht der Abbildungen.

Fig. 1. Querschnitt eines circa 1·5 Mm. dicken Zweigchens von *Acleisanthes longiflora* A. Gray (Lindheimer, *Flora Texana*). 570/1. Die sehr verdickte Epidermis-Aussenwand ist fast ganz von den Kalkkörnern (*k*) erfüllt; *c*..Cuticula, *s*..Cuticularschichte, *k*..Körnerschichte. *i*..Innenlamelle, *x*..Grenzlamelle.

„ 2. Querschnitt eines Stämmchens von circa 3 Mm. Dicke von *Boerhavia repens* L. (Africa, *Syrta Nubica* leg. Prinz Paul v. Würtemberg). 570/1. Bei *a*-Querschnitt eines Rhaphidenschlauches; in zweien der sehr ungleich grossen Epidermiszellen bemerkt man grosse Klumpen einer spröden rothbraunen Masse, welche starke Gerbstoffreaction gibt und an die in den Gerbstoffschläuchen der Saxifragen oder in den Schläuchen der Markperipherie von *Sambucus* vorkommenden Inhaltskörper erinnert (vergl. De Bary Anatomie pag. 155).

„ 3. Spaltöffnung mit den Nebenzellen von der oberen Blattfläche derselben *Boerhavia*. 570/1. Man erkennt deutlich das Fehlen der Kalkeinlagerung in den Schliesszellen.

„ 4. Epidermisquerschnitt von der oberen Blattfläche derselben *Boerhavie* mit den Gerbstoffharz-Schläuchen. 360/1.

„ 5. *a)* Rinde des Stengels von *Allionia mendocina* Philippi (*Mendoza*, leg. Philippi) im Querschnitte. 570/1. Die reihenweise Anordnung der Körner des Calciumoxalates, ihre längliche Form, das Fehlen der Einlagerung in den Seitenwänden und in den Grenzschichten (bei *x*) der einzelnen Epidermiszellen ist hier gut ausgesprochen.

„ 5. *b)* Partie von *x* etwas stärker vergrössert; man bemerkt das unregelmässige Auskeilen und Verschmälern der einzelnen Körner-Lagen.

„ 6, 7, 8. Querschnitte junger Stengelinternodien von *Oxybaphus ovatus*. Hort bot. Vindob. 570/1. Erklärung im Texte; Bezeichnung wie in den früheren Figuren.